

Docket No.: TER-00P0016

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date indicated below.

By: Markus Nollf Date: January 30, 2004

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/715,071  
Applicant : Alexander Busch, et al.  
Filed : November 17, 2003

Docket No. : TER-00P0016  
Customer No. : 24131

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents,  
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 23 975.0, filed May 17, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Markus Nollf  
For Applicant

Markus Nollf  
Reg. No. 37,006

Date: January 30, 2004

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/av



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 23 975.0

**Anmeldetag:** 17. Mai 2001

**Anmelder/Inhaber:** Framatome ANP GmbH,  
Erlangen/DE

**Bezeichnung:** Messkopf, insbesondere zum Einsatz bei der  
Vermessung eines Brennstabs, eines  
Brennelementkastens und/oder eines Abstandshalters  
oder sonstige Strukturteile in einem Brennelement  
einer kerntechnischen Anlage

**IPC:** G 01 B, G 21 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'H' followed by a horizontal line and a small flourish.

Hoiß

## Beschreibung

**Meßkopf, insbesondere zum Einsatz bei der Vermessung eines Brennstabs, eines Brennelementkastens und/oder eines Abstandshalters oder sonstige Strukturteile in einem Brennelement einer kerntechnischen Anlage**

Die Erfindung betrifft einen Meßkopf, insbesondere zum Einsatz bei der Vermessung eines Brennelements und/oder eines Abstandshalters in einem Brennelement einer kerntechnischen Anlage. Sie bezieht sich weiter auf eine Meßeinrichtung mit einem derartigen Meßkopf sowie auf eine Verwendung einer derartigen Meßeinrichtung.

In einer kerntechnischen Anlage, insbesondere in einem Kernkraftwerk, wird üblicherweise zur Erzeugung elektrischer Energie spaltbares Material einer kontrollierten Kernspaltung unterzogen. Das spaltbare Material ist dabei in einer Anzahl von Brennstäben vorgehalten, in denen das Material, beispielsweise in Form von sogenannten Pellets, von geeigneten Hüllrohren umgeben ist. Eine Mehrzahl derartiger Brennstäbe ist dabei üblicherweise zu einem Brennelement zusammengefaßt, wobei auch bei dauerhaftem Betrieb der kerntechnischen Anlage die Einhaltung einer vorgegebenen Geometrie und insbesondere die Einhaltung vorgesehener Abstände zwischen den Brennstäben eines Brennelements durch geeignete Abstandshalter sichergestellt ist.

Beim Betrieb einer derartigen kerntechnischen Anlage sind die jeweiligen Komponenten oder Einbauteile, Alterungsprozessen, wie beispielsweise einer Korrosion, unterworfen. Darüberhinaus sind derartige Komponenten auch längerfristig einer radioaktiven Strahlung ausgesetzt, was zusätzlich zu den üblichen alterungsbedingten Korrosions- oder Ermüdungseffekten zu Form- oder Dimensionsveränderungen führen kann. Dies kann wiederum eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit oder Zuverlässigkeit der jeweiligen Komponente bedingen. Gerade beim Einsatz von Brennstäben können derartige alterungsbedingte Effekte zu einem

1 sogenannten Aufkriechen führen, wobei der betroffene Brennstab unter anderem  
2 seinen Durchmesser ändert. Darüberhinaus kann aber auch in der Art einer Kor-  
3 rosion eine Oxidation an der Oberfläche eines Brennstabs auftreten, wobei sich  
4 eine mehr oder weniger durchgängige Oxidschicht auf der Oberfläche des Brenn-  
5 stabs bilden kann. Je nach Dicke der sich bildenden Oxidschicht kann eine Be-  
6 einträchtigung der Rohrwanddicke des darunter liegenden Hüllrohres bis unterhalb  
7 einer noch als zulässig für den weiteren Betrieb des Brennstabs eingestuften  
8 Grenzwanddicke auftreten. Beide Effekte, also die Form- oder Dimensionsverän-  
9 derungen einerseits und die Bildung von Oxidschichten andererseits, können so-  
10 mit gemeinsam oder auch jeweils für sich zu einer Beeinträchtigung der Zuverläs-  
11 sigkeit und Funktionstüchtigkeit des jeweiligen Brennstabs führen.

13 Aus diesem Grund ist üblicherweise in der Art einer regelmäßigen Wartung eine  
14 Überprüfung von Einbauteilen in einer kerntechnischen Anlage auf das Auftreten  
15 dieser Effekte vorgesehen. Unter Einbauteil ist dabei insbesondere ein Brennstab,  
16 ein Brennelementkasten, ein Abstandshalter oder ein sonstiges Strukturteil in der  
17 kerntechnischen Anlage zu verstehen. Bei einer derartigen Überprüfung wird ei-  
18 nerseits stichprobenartig eine Messung an einigen der Einbauteile daraufhin vor-  
19 genommen, ob eine signifikante Veränderung im Brennstabdurchmesser aufge-  
20 treten ist. Ebenso werden die jeweiligen Einbauteile einer stichprobenartigen Mes-  
21 sung auf Form- und Dimensionsveränderungen unterzogen. Für diese Wartungs-  
22 und Prüfmessungen kommen speziell angefertigte Tastsensoren zum Einsatz, mit  
23 denen stichprobenartig Meßdaten für ausgewählte Einbauteile, insbesondere  
24 ausgewählte Brennstäbe, gewonnen werden.

26 Unabhängig davon erfolgt andererseits ebenfalls in regelmäßigen Wartungsinter-  
27 vallen eine stichprobenartige Untersuchung der Einbauteile darauf, ob und in wel-  
28 chem Maße sich Oxidschichten gebildet haben. Aus diesen Meßergebnissen wird  
29 auf den Alterungszustand dieser Komponenten geschlossen, wobei insbesondere  
30 bedarfsweise eine Erneuerung einzelner oder aller Brennstäbe eingeleitet werden  
31 kann. Zur Ermittlung der einschlägigen Meßdaten sind ebenfalls spezifisch kon-  
32 struierte Meßeinrichtungen im Einsatz, bei denen über eine geeignete Meßsonde

1 Meßdaten zur Schichtdicke der Oxidschicht an ausgewählten Brennstäben oder  
2 sonstigen Einbauteilen ermittelt werden.

3

4 Eine derartige Ermittlung von Informationen bezüglich des Alterungszustandes  
5 des jeweiligen Einbauteils, insbesondere der Brennstäbe oder Abstandshalter, ist  
6 jedoch vergleichsweise aufwendig. Insbesondere können durch die genannten  
7 Messungen Stillstandszeiten der kerntechnischen Anlage bedingt sein, die bereits  
8 aus wirtschaftlichen Gründen besonders kurz gehalten werden sollen. Um dabei  
9 vergleichsweise kurze Stillstandszeiten einzuhalten, kann es erforderlich sein,  
10 die stichprobenartigen Messungen auf eine vergleichsweise geringe Anzahl der zu  
11 vermessenden Bauteile, insbesondere Brennstäbe oder Abstandshalter, zu be-  
12 schränken, so daß die für eine zuverlässige Auswertung zur Verfügung stehende  
13 Datenbasis vergleichsweise gering ist. Dies kann seinerseits zu inakzeptabler Un-  
14 genauigkeit bei einer Zustandsbestimmung der Brennelemente und insbesondere  
15 für eine Prognose des zukünftigen alterungsbedingten Verhaltens der Brennele-  
16 mente führen.

17

18 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Meßkopf, insbesondere  
19 zum Einsatz bei der Vermessung eines Einbauteils der genannten Art, beispiels-  
20 weise eines Brennstabes eines Brennelementkastens und/oder eines Abstands-  
21 halters, in einem Brennelement einer kerntechnischen Anlage, anzugeben, mit  
22 dem auf besonders einfache Weise und in kurzer Meßzeit die Erhebung einer  
23 vergleichsweise großen, für den Alterungszustand der Brennelemente insgesamt  
24 repräsentativen Datenbasis ermöglicht ist. Zudem soll eine für den Einsatz bei der  
25 Vermessung eines derartigen Einbauteils, insbesondere eines Brennstabs  
26 und/oder Abstandshalters, besonders geeignete Meßeinrichtung angegeben wer-  
27 den.

28

29 Bezüglich des Meßkopfs wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst mit einer an  
30 einem Tastergehäuse angeordneten Tastspitze, wobei in das Tastergehäuse eine  
31 Schichtdickenmeßsonde integriert ist.

32

1 Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß eine besonders effektive  
2 und somit zeitgünstige Datenerhebung bei der Bestimmung des Alterungszu-  
3 stands des jeweiligen Einbauteils ermöglicht ist, indem eine zusammengefaßte  
4 Ermittlung an sich verschiedener Meßwerte erfolgt. Dazu ist der Meßkopf in der  
5 Art einer kombinierten Ausführung mit verschiedenartigen Meßsonden ausge-  
6 stattet, die eine gleichzeitige Ermittlung verschiedenartiger Daten am zu untersu-  
7 chenden Einbauteil erlauben. Die Meßsonden sind dabei zur Erhebung der für die  
8 gewünschte Information hinsichtlich des Alterungszustands des Einbauteils rele-  
9 vanten Daten ausgebildet, wobei einerseits zur Ermittlung eine an der Oberfläche  
10 des jeweils zu untersuchenden Objekts in mechanischem Kontakt entlangführbare  
11 Tastspitze und andererseits eine Meßsonde zur Ermittlung der Schichtdicke einer  
Oxidschicht vorgesehen ist.

13  
14 Um mit vergleichsweise einfachen Mitteln eine zuverlässige Bestimmung der Dik-  
15 ke der Oxidschicht zu ermöglichen, umfaßt die Schichtdickenmeßsonde vorteil-  
16 hafterweise eine mit einem Wirbelstrommeßgerät verbundene Spulenordnung.  
17 Die Schichtdickenmeßsonde, welche die Spulenordnung enthält, ist dabei ins-  
18 besondere zur Bestimmung der Dicke einer nicht elektrisch leitenden Schicht –  
19 nämlich vorliegend der Oxidschicht – nach dem sogenannten „Lift-Off-Effekt“ aus-  
20 gelegt. Bei der Ausnutzung dieses Effekts wird die Impedanzänderung in der  
21 Spule in Abhängigkeit von der Änderung des Abstands der Spulenordnung zu  
22 einem elektrisch leitenden Meßobjekt genutzt. Als elektrisch leitendes Meßobjekt  
23 dient dabei die metallische Rohrhülle des Brennstabes bzw. das metallische  
24 Grundmaterial des jeweiligen Brennelementkastens, Abstandshalters oder sonsti-  
25 gen Strukturteils. Der Abstand des Grundmaterials zur Spule ist dabei einerseits  
26 durch den (konstanten) Abstand der Spulenordnung zur Vorderkante der auf  
27 der Oberfläche der Oxidschicht entlang geführten Tastspitze und andererseits  
28 durch die zu bestimmende Schichtdicke der Oxidschicht selbst gegeben. Durch  
29 die hochfrequent betriebene Spulenordnung wird dabei ein Wirbelstrom in der  
30 als elektrisch leitendes Meßobjekt dienenden Rohrhülle bzw. im Grundmaterial  
31 erzeugt, der seinerseits wiederum in Abhängigkeit vom Abstand eine Rückwirkung  
32 auf die Impedanz der Spule hervorruft.

1  
2 In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist die Schichtdickenmeßsonde innerhalb  
3 des Tastergehäuses hinter der Tastspitze angeordnet. Bei einer derartigen An-  
4 ordnung, bei der sich vorzugsweise die Symmetrie- oder Zentrallinie der Tastspit-  
5 ze mit der der Spulenordnung deckt, ermöglichen die geometrischen Verhält-  
6 nisse eine besonders eindeutige Bestimmung des Abstandsbeitrags von der  
7 Spulenordnung zur Spitze der Tastnadel, so daß der verbleibende Betrag bei  
8 der Ermittlung des Abstands der Spulenordnung zum elektrisch leitenden Meß-  
9 objekt auf besonders zuverlässige Weise der Schichtdicke der Oxidschicht zuge-  
10 ordnet werden kann. Darüberhinaus ermöglicht eine derartige Anordnung auch  
11 eine kumulative Ermittlung von Daten sowohl für den Konturverlauf über die Tast-  
12 spitze als auch für den Verlauf der Schichtdicke der Oxidschicht über die Spulen-  
13 anordnung auf einer gemeinsamen Meßlinie, so daß für ein und denselben örtli-  
14 chen Teilbereich des jeweiligen Brennstabes oder Abstandshalters zwei Sätze von  
15 Meßdaten vorliegen. Dadurch ist eine Auswertung der Meßdaten auch im Hinblick  
16 auf eine mögliche Korrelation der gemessenen Durchmesser- oder Geometrieän-  
17 derungen mit der gemessenen Schichtdicke der Oxidschicht ermöglicht. Gerade  
18 aufgrund einer derartig kombinierten Auswertung sind besonders zuverlässige  
19 Rückschlüsse auf den alterungsbedingten Zustand des jeweiligen Einbauteils er-  
20 möglich.

21  
22 Für eine besonders zuverlässige Messung des Konturparameters oder -verlaufs  
23 ist die Tastspitze vorteilhafterweise aus Diamant gefertigt, wobei insbesondere die  
24 vergleichsweise große Härte dieses Materials günstige Verschleißigenschaften  
25 der Tastspitze bedingt.

26  
27 Bezüglich der Meßeinrichtung, die besonders zur Vermessung eines Brennstabs,  
28 eines Brennelementkastens oder eines Abstandshalters geeignet ist, wird die ge-  
29 nannte Aufgabe gelöst mit einem an einem Trägerkörper angeordneten Tastarm,  
30 der an einem freien, seitlich auslenkbaren Ende einen Meßkopf der genannten Art  
31 trägt. Eine derartige Meßeinrichtung ermöglicht auf besonders einfache Weise  
32 eine kombinierte und somit zeitgleiche Messung eines Konturparameters einer-

1 seits und der Dicke einer Oxidschicht andererseits. Dabei ist die Meßeinrichtung  
2 derart ausgestaltet, daß die Tastspitze des Meßkopfes in mechanischem Kontakt  
3 am zu untersuchenden Objekt entlang führbar ist. Ein für die Kontur des zu unter-  
4 suchenden Objekts charakteristische Meßwert kann dabei anhand der Auslen-  
5 kung des Tastarms ermittelt werden, wobei die in den Meßkopf integrierte  
6 Schichtdickenmeßsonde gleichzeitig einen Meßwert für die Dicke der Oxidschicht  
7 an eben dieser Stelle liefert.

8  
9 Dabei ist auf besonders einfache Weise eine zuverlässige Ermittlung der Auslen-  
10 kung des Tastarms ermöglicht, indem dieser vorteilhafterweise am Trägerkörper  
11 über ein Knickgelenk befestigt ist, dem ein Sensor zur Erfassung seines Knick-  
12 winkels zugeordnet ist. Aufgrund der geometrischen Verhältnisse ist dabei aus  
13 dem Knickwinkel in eindeutiger Weise ein Kennwert für die jeweilige seitliche  
14 Auslenkung des Meßkopfs ableitbar.

15  
16 Die Meßeinrichtung ist mit besonders geringem Aufwand, insbesondere an Mate-  
17 rial, herstellbar, indem der Tastarm vorteilhafterweise als auslenkbares Feder-  
18 blech ausgestaltet ist.

19  
20 In besonders vorteilhafter Weiterbildung ist am Tastarm der Meßeinrichtung ein  
21 Dehnungsmeßstreifen angeordnet. Über den Dehnungsmeßstreifen kann dabei  
22 mit vergleichsweise hoher Genauigkeit ein für die laterale Ausdehnung der Ober-  
23 fläche des Tastarms charakteristisches Meßsignal bereitgestellt werden. Dieses  
24 läßt mit besonders hoher Auflösung einen zuverlässigen Rückschluß auf die ent-  
25 sprechende Auslenkung des Tastarms an seinem freien Ende zu. Insbesondere in  
26 Kombination mit dem Knickgelenk, dessen Knickwinkel erfaßbar ist, ist dabei eine  
27 kombinierte Fein- und Grobmessung der Auslenkung des Tastarms ermöglicht,  
28 die einerseits eine vergleichsweise hochauflösende Messung mit großem Meßbe-  
29 reich oder andererseits eine redundante und somit besonders exakte Messung  
30 der Auslenkung in einem vergleichsweise geringen Meßbereich ermöglicht.



1 Eine Anzahl derartiger Meßeinrichtungen kommt in besonders vorteilhafter Aus-  
2 gestaltung bei einem Brennstabprüfgerät oder bei einem Prüfgerät für einen  
3 Brennelementkasten oder einen Abstandshalter eines Brennelements zum Ein-  
4 satz. In einem Brennstabprüfgerät ist dabei zweckmäßigerweise eine Anzahl der-  
5 artiger Meßeinrichtungen vorgesehen, wobei ein den Meßeinrichtungen gemein-  
6 samer Trägerkörper auf einer Anzahl von an einem Brennstab entlangführbaren  
7 Führungsrollen gelagert ist.

8  
9 Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch  
10 die kombinierte Anbringung geeigneter Meßmittel sowohl für die Ermittlung eines  
11 Konturparameters, beispielsweise als Grundlage für die Bestimmung eines  
12 Durchmesserkenntwerts, als auch für die Ermittlung eines Meßwerts für die Dicke  
13 der Oxidschicht eine gleichzeitige Messung dieser Parameter, die überdies auch  
14 noch dem gleichen räumlichen Bereich des Meßobjekts repräsentiert, ermöglicht  
15 ist. Der für die Durchführung der zur Charakterisierung eines Brennstabs oder Ab-  
16 standshalters erforderlichen Messungen benötigte zeitliche und logistische Auf-  
17 wand ist somit besonders gering gehalten. Damit ist auch bei vergleichsweise ge-  
18 ringfügigen Eingriffen in den Betriebsablauf der kerntechnischen Anlage und ins-  
19 besondere in vergleichsweise kurzer Meßzeit ein besonders umfangreicher und  
20 somit für den allgemeinen Zustand der untersuchten Komponenten besonders  
21 charakteristischer Datensatz bereitstellbar. Darüberhinaus wird auch für die Be-  
22 reitstellung des vollständigen Datensatzes lediglich eine einzige Gattung von  
23 Meßeinrichtungen benötigt, so daß auch hierfür der logistische Aufwand und ins-  
24 besondere die Ersatzteilverhaltung besonders einfach gehalten ist. Gerade bei der  
25 Anordnung der Spulenordnung direkt hinter der Tastspitze erfolgt die Ermittlung  
26 der Daten zudem in einer Spur oder Linie, so daß Korrelationen zwischen der  
27 Kontur und der Dicke der Oxidschicht auf besonders einfache Weise in der Aus-  
28 wertung berücksichtigt werden können.

29  
30 Ein Ausführungsbeispiel wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zei-  
31 gen:  
32

- 1 Fig. 1 einen an einem Tastarm angeordneten Meßkopf im Schnitt in Drauf-  
 2 sicht,  
 3  
 4 Fig. 2 schematisch ein Brennstabprüfgerät in Seitenansicht,  
 5  
 6 Fig. 3 schematisch das Brennstabprüfgerät gemäß Fig. 2 in Draufsicht, und  
 7  
 8 Fig. 4 schematisch eine Vermessungseinrichtung für einen Abstandhalter  
 9 in Draufsicht.  
 10

11 Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

12  
 13 Der Meßkopf 1 gemäß Fig. 1 ist zur Vermessung eines Einbauteils, insbesondere  
 14 eines Brennstabs eines Brennelementkastens, oder eines Abstandshalters eines  
 15 Brennelements, in einer kerntechnischen Anlage vorgesehen. Dabei ist der Meß-  
 16 kopf 1 derart ausgebildet, daß in der Art einer kombinierten Messung sowohl die  
 17 Ermittlung eines Kontur- oder Geometriekennwerts eines zu untersuchenden Ob-  
 18 jekts als auch die Ermittlung der Dicke einer Oxidschicht an der Oberfläche des zu  
 19 untersuchenden Objekts gleichzeitig und in einem Meßvorgang ermöglicht ist.  
 20

21 Zur Ermittlung eines Kontur- oder Geometriekennwerts umfaßt der Meßkopf 1 ein  
 22 Tastergehäuse 2, an dem eine Tastspitze 4 angeordnet ist. Die Tastspitze 4 ist  
 23 aus Diamant gefertigt, kann aber auch mehrkomponentig mit einem Material mit  
 24 geeignet gewählter Härte angefertigt sein. Zur Ermittlung eines Kontur- oder  
 25 Geometriekennwerts eines zu untersuchenden Objekts 7, bei dem es sich insbe-  
 26 sondere um einen Brennstab oder um einen Abstandhalter in einem Brennele-  
 27 ment handeln kann, ist die Tastspitze 4 dabei in mechanischem Kontakt am zu  
 28 untersuchenden Objekt entlangführbar, wobei eine Kontur- oder Geometrieände-  
 29 rung an der Oberfläche des zu untersuchenden Objekts zu einer Lageänderung  
 30 der Tastspitze 4 und somit des Meßkopfs 1 insgesamt in der durch den Doppel-  
 31 pfeil 8 angedeuteten Richtung x resultiert. Zur Bereitstellung eines charakteristi-  
 32 schen Meßwerts für eine derartige Positionsänderung ist der Meßkopf 1 am freien

1 Ende 10 eines Tastarms 12 angeordnet. Der Tastarm 12 ist dabei seinerseits mit  
2 seinem anderen in Fig. 1 nicht näher dargestellten Ende geeignet an einer Trä-  
3 gervorrichtung befestigt. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist der Tastarm 12  
4 als Federblech ausgestaltet. In diesem Fall führt eine Auslenkung des freien En-  
5 des 10 des Tastarms 12 infolge einer Positionsänderung des Meßkopfs 1 in der  
6 Meßrichtung x zu einer Biegung oder Verformung des Federblechs. Diese ist  
7 quantitativ über einen an der Oberfläche des Tastarms 12 montierten Dehnungs-  
8 meßstreifen 14 erfaßbar. Mit einer derartigen Anordnung sind somit auch ver-  
9 gleichsweise kleine Positionsänderungen des Meßkopfs 1 in Richtung x mit hoher  
10 Auflösung erfaßbar. Alternativ oder zusätzlich kann der Tastarm 12 auch mit ei-  
11 nem Knickgelenk versehen sein, dessen Knickwinkel mit einem geeigneten  
12 Knickwinkelsensor erfaßbar ist. Eine Positionsbestimmung des Meßkopfs 1 in  
13 Richtung x kann in diesem Fall durch eine kombinierte Auswertung von Meßwer-  
14 ten des Dehnungsmeßstreifens 14 und des Knickwinkelsensors erfolgen.

15  
16 Der solchermaßen zur Bereitstellung eines Kontur- oder GeometrieKennwerts ge-  
17 eignete Meßkopf 1 ist darüberhinaus auch noch für eine Messung der Dicke einer  
18 Oxidschicht 20 an der Oberfläche eines zu untersuchenden Objekts 7 ausgebildet,  
19 die von einem metallischen Grundmaterial des Objekts 7 getragen ist. Dazu ist in  
20 das Tastergehäuse 2 des Meßkopfs 1 eine Schichtdickenmeßsonde 30 integriert.  
21 Die Schichtdickenmeßsonde 30 umfaßt eine Spulenordnung 32, die über durch  
22 das Tastergehäuse 2 und durch den Tastarm 12 geführte Signalleitungen 34 mit  
23 einem nicht näher dargestellten Wirbelstromdetektor verbunden ist. Die Spulen-  
24 anordnung 32 ist dabei mittels einer Vergußmasse 36 in einer Trägerhülse 38 ein-  
25 gegossen, die ihrerseits im Tastergehäuse 2 befestigt ist. Die Spulenordnung  
26 32 ist dabei derart positioniert, daß sich ihre Symmetrie- oder Mittellinie mit der 6  
27 der Tastspitze 4 deckt. Somit ist die Schichtdickenmeßsonde 30 innerhalb des  
28 Tastergehäuses 2 hinter der Tastspitze 4 angeordnet.

29  
30 Die Schichtdickenmeßsonde 30 ist zur Bestimmung der Dicke der Oxidschicht 20  
31 auf der Grundlage des sogenannten „Lift-Off-Effekts“ ausgebildet. Dazu ist die  
32 Spulenordnung 32 zur Bereitstellung eines Wirbelstromdetektors eingangsseitig

1 über eine Wheatstone'sche Brückenschaltung an einen Hochfrequenz-Generator  
2 angeschlossen. Der ausgangsseitige Teil der Brückenschaltung ist mittels eines  
3 Übertragers mit einem Wirbelstrommeßgerät verbunden. Zur Ermittlung der  
4 Schichtdicke der Oxidschicht 20 wird die Spulenordnung 32 in eine definierte  
5 Position nahe bei der Oxidschicht 20 gebracht. Die definierte Position der Spulen-  
6 anordnung 32 im Hinblick auf die Oxidschicht 20 ist dabei dadurch gewährleistet,  
7 daß die Spulenordnung 32 aufgrund des festen Einbaus im Tastergehäuse 2  
8 einen definierten und konstanten Abstand zur Vorderkante der Tastspitze 4 ein-  
9 nimmt. Die Tastspitze 4 wiederum wird – nicht zuletzt zur Durchführung der Kon-  
10 turmessung – in unmittelbaren mechanischen Kontakt mit der Oberfläche der  
11 Oxidschicht 20 gebracht, so daß automatisch eine exakte Positionierung der  
12 Spulenordnung 32 im Verhältnis zur Oberfläche der Oxidschicht 20 gegeben ist.

13  
14 Bei der Messung der Schichtdicke der Oxidschicht 20 wird die Spulenordnung  
15 32 mit einem hochfrequenten Eingangssignal gespeist. Durch das durch die sol-  
16 chermaßen betriebene Spulenordnung 32 generierte Magnetfeld wird in der die  
17 Oxidschicht 20 tragenden metallischen Grundmaterial 22 des Objekts 7 ein Wir-  
18 belstrom erzeugt, der seinerseits eine Rückwirkung auf die Impedanz der Spulen-  
19 anordnung 32 hervorruft. Die Größe dieser Rückwirkung ist dabei abhängig vom  
20 Abstand der metallischen Trägerschicht 22 von der Spulenordnung 32. Dieser  
21 Abstand ist seinerseits gegeben durch die Summe aus dem Abstand der Spulen-  
22 anordnung 32 von der Vorderkante der Tastspitze 4 und aus der Dicke der Oxid-  
23 schicht 20. Die für den Betrieb der Spulenordnung 32 eingesetzte Brücken-  
24 schaltung liefert somit als Ausgangssignal ein Spannungssignal, das seinerseits  
25 für die Dicke der Oxidschicht 20 charakteristisch ist und somit für diese auswert-  
26 bar ist.

27  
28 Der Meßkopf 1 eignet sich somit für die zeitgleiche Ermittlung der Kontur einer-  
29 seits und der Dicke einer oberflächlichen Oxidschicht 20 des zu untersuchenden  
30 Objekts 7 andererseits. Somit kann der Meßkopf 1 in besonders vorteilhafter Wei-  
31 se für eine zeitsparende Vermessung von Einbauteilen, insbesondere von Brenn-  
32 stäben, Brennelementkästen, Abstandshaltern oder anderen Strukturteilen in ei-

1 ner kerntechnischen Anlage zum Einsatz kommen, um deren Alterungszustand  
2 oder zu erwartende Restlebensdauer zuverlässig abschätzen zu können. Dazu  
3 kann der Meßkopf 1, wie dies schematisch und in Seitenansicht in Fig. 2 und in  
4 Draufsicht in Fig. 3 gezeigt ist, in einer Meßeinrichtung 50 zum Einsatz kommen,  
5 die ihrerseits wiederum Teil eines Brennstabprüfgeräts 52 ist. Die Meßeinrichtung  
6 50 nach den Figuren 2 und 3 umfaßt dabei zwei Tastarme 12, an deren freiem,  
7 seitlich auslenkbarem Ende 10 jeweils einer der Meßköpfe 1 angeordnet ist. Die  
8 Tastarme 12 sind dabei, wie dies besonders aus Fig. 3 in Draufsicht erkennbar ist,  
9 gabelartig einander gegenüberliegend angeordnet und somit zum Umgreifen ei-  
10 nes zwischen ihnen geführten, zu überprüfenden Brennstabs 54 geeignet. Die  
11 Meßköpfe 1 sind dabei einander gegenüberliegend angeordnet, so daß eine beid-  
12 seitige Abtastung des Brennstabs 54 ermöglicht ist. Aufgrund dieser gegenüber-  
13 liegenden Meßanordnung der Meßköpfe 1 ist die Ermittlung eines Kennwerts für  
14 den Durchmesser des Brennstabs 54 ermöglicht.

15  
16 Die Tastarme 12 sind an einem gemeinsamen Trägerkörper 56 angeordnet, der  
17 seinerseits auf einer Anzahl von am Brennstab 54 entlangführbaren Führungsrol-  
18 len 58 gelagert ist. Die Führungsrollen 58 umfassen dabei jeweils einen zentralen  
19 Rollkörper 60, der beidseitig jeweils von einer Führungsscheibe 62 begrenzt ist.  
20 Die Führungsscheiben 62 weisen dabei einen im Vergleich zum Durchmesser des  
21 Rollkörpers 60 größeren Durchmesser auf. Ein auf der Oberfläche des Brennstabs  
22 54 abrollender Rollkörper 60 ist somit durch die ihn begrenzenden Führungs-  
23 scheiben 62 automatisch relativ zum zu untersuchenden Brennstab 54 zentriert.

24  
25 Das Brennstabprüfgerät 52 und mit diesem dessen Meßeinrichtung 50 ist über  
26 eine nicht näher dargestellte Antriebsvorrichtung in der durch den Doppelpfeil 64  
27 angedeuteten Längsrichtung y des Brennstabs 54 an diesem entlang verfahrbar.  
28 Dadurch kann bedarfsweise eine Abtastung des Brennstabs 54 entlang seiner  
29 Längsrichtung y erfolgen. Durch diese Abtastung werden einerseits in der Art ei-  
30 ner Profilmessung Konturmeßwerte anhand der Tastspitzen 4 der Meßköpfe 1  
31 bereitgestellt, die wiederum in positionsabhängige Durchmesserkenwerte für den  
32 Brennstab 54 umsetzbar sind. Diese Abtastung erfolgt dabei entlang einer durch

1 die Linie 66 angedeuteten Tastspur. Weiterhin werden bei der Abtastung durch  
2 die Schichtdickenmeßsonden 30 der Meßköpfe 1 positionsabhängige Kennwerte  
3 für die Dicke einer den Brennstab 54 möglicherweise umgebenden Oxidschicht  
4 bereitgestellt. Die entsprechenden Meßwerte werden dabei aufgrund der Positio-  
5 nierung der jeweiligen Spulenordnung 32 direkt über der jeweiligen Tastspitze 4  
6 ebenfalls entlang der Tastspur 66 aufgenommen. Durch ein derartiges im Hinblick  
7 auf beide relevanten Parameter gleichzeitig erfolgendes Abtasten des Brennstabs  
8 54 wird somit einerseits in vergleichsweise kurzer Meßzeit ein besonders umfang-  
9 reicher Datensatz für den Brennstab 54 bereitgestellt, wobei andererseits auf-  
10 grund der lokalen Übereinstimmung der jeweiligen Meßparameter auch etwaige  
11 Korrelationen zwischen der lokalen Schichtdicke der Oxidschicht und dem lokalen  
12 Durchmesserwert des Brennstabs 54 auswertbar sind.

13  
14 Alternativ kann der Meßkopf 1 auch in einer Vermessungseinrichtung 70 für einen  
15 Abstandhalter 72 eines Brennelements zum Einsatz kommen, wie dies schema-  
16 tisch in Fig. 4 in Draufsicht gezeigt ist. Die Vermessungseinrichtung 70 nach Fig. 4  
17 umfaßt dabei ebenfalls zwei Tastarme 74, an deren freiem, seitlich auslenkbarem  
18 Ende 76 jeweils einer der Meßköpfe 1 angeordnet ist. Auch bei dieser Vermes-  
19 sungseinrichtung 70 sind die Tastarme 74 gabelartig einander gegenüberliegend  
20 angeordnet und somit zum Umgreifen des zwischen ihnen geführten, zu überprü-  
21 fenden Abstandhalters 72 geeignet. Die Tastarme 74 der Vermessungseinrichtung  
22 70 sind an einer Führungs- und Vorschubeinheit 80 als gemeinsamem Trägerkör-  
23 per mit deren üblicherweise vorgesehenen Bauteilen angeordnet.

24

14. Mai 2001

## Ansprüche

1. Meßkopf (1) mit einer an einem Tastergehäuse (2) angeordneten Tastspitze (4), wobei in das Tastergehäuse (2) eine Schichtdickenmeßsonde (30) integriert ist.
2. Meßkopf (1) nach Anspruch 1, dessen Schichtdickenmeßsonde (30) eine mit einem Wirbelstromdetektor verbundene Spulenordnung (32) umfaßt.
3. Meßkopf (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Schichtdickenmeßsonde (30) innerhalb des Tastergehäuses (2) hinter der Tastspitze (4) angeordnet ist.
4. Meßkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dessen Tastspitze (4) aus Diamant gefertigt ist.
5. Meßeinrichtung (50) mit einem an einem Trägerkörper (56) angeordneten Tastarm (12), der an einem freien, seitlich auslenkbaren Ende (10) einen Meßkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 trägt.
6. Meßeinrichtung (50) nach Anspruch 5, deren Tastarm (12) am Trägerkörper (56) über ein Knickgelenk befestigt ist, dem ein Sensor zur Erfassung seines Knickwinkels zugeordnet ist.
7. Meßeinrichtung (50) nach Anspruch 5 oder 6, deren Tastarm (12) als auslenkbares Federblech ausgestaltet ist.
8. Meßeinrichtung (50) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, an deren Tastarm (12) ein Dehnungsmeßstreifen (14) angeordnet ist.

- 1 9. Brennstabprüfgerät (52) mit einer Anzahl von Meßeinrichtungen (50) nach  
2 einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei ein den Meßeinrichtungen (50) gemein-  
3 samer Trägerkörper (56) auf einer Anzahl von an einem Brennstab (54)  
4 entlang fuhrbaren Führungsrollen (58) gelagert ist.
- 5 10. Verwendung einer Meßeinrichtung (50) nach einem der Ansprüche 5 bis 8  
6 zur Prüfung eines Brennstabs (54), eines Brennelementkastens, eines Ab-  
7 standshalters und/ oder eines sonstigen Strukturteils einer kerntechnischen  
8 Anlage.



## Zusammenfassung

Ein zum Einsatz bei der Vermessung eines Einbauteils, insbesondere eines Brennstabes (54), eines Brennelementkastens und/oder eines Abstandshalters in einem Brennelement, einer kerntechnischen Anlage vorgesehener Meßkopf (1) soll auf besonders einfache Weise und in kurzer Meßzeit die Erhebung einer vergleichsweise großen, für den Alterungszustand der Brennelemente insgesamt repräsentativen Datenbasis ermöglichen. Dazu weist der Meßkopf (1) erfindungsgemäß eine an einem Tastergehäuse (2) angeordnete Tastspitze (4) auf, wobei in das Tastergehäuse (2) eine Schichtdickenmeßsonde (30) integriert ist.

Fig. 1

## Bezugszeichenliste

1	Meßkopf	x	Richtung
2	Tastergehäuse	y	Längsrichtung
4	Tastspitze		
6	Spitze		
7	zu untersuchendes Objekt		
8	Doppelpfeil		
10	freies Ende		
12	Tastarm		
14	Dehnungsmeßstreifen		
20	Oxidschicht		
22	Trägerschicht		
30	Schichtdickenmeßsonde		
32	Spulenordnung		
34	Signalleitungen		
36	Vergußmasse		
38	Trägerhülse		
50	Meßeinrichtung		
52	Brennstabprüfgerät		
54	Brennstab		
56	Trägerkörper		
58	Führungsrollen		
60	Rollkörper		
62	Führungsscheiben		
64	Doppelpfeil		
66	Linie		
70	Vermessungseinrichtung		
72	Abstandhalter		
74	Tastarme		
76	freies Ende		
80	Führungs- und Vorschubeinheit		

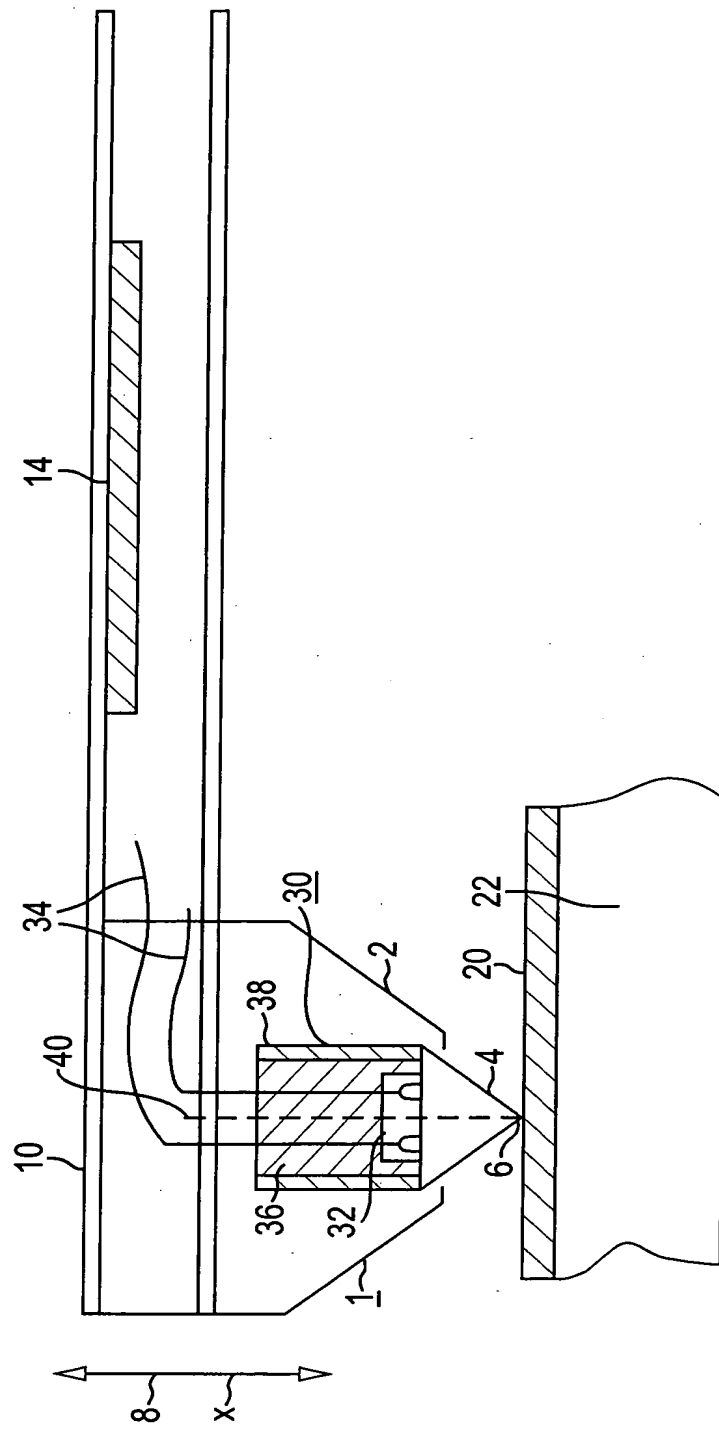


Fig. 1

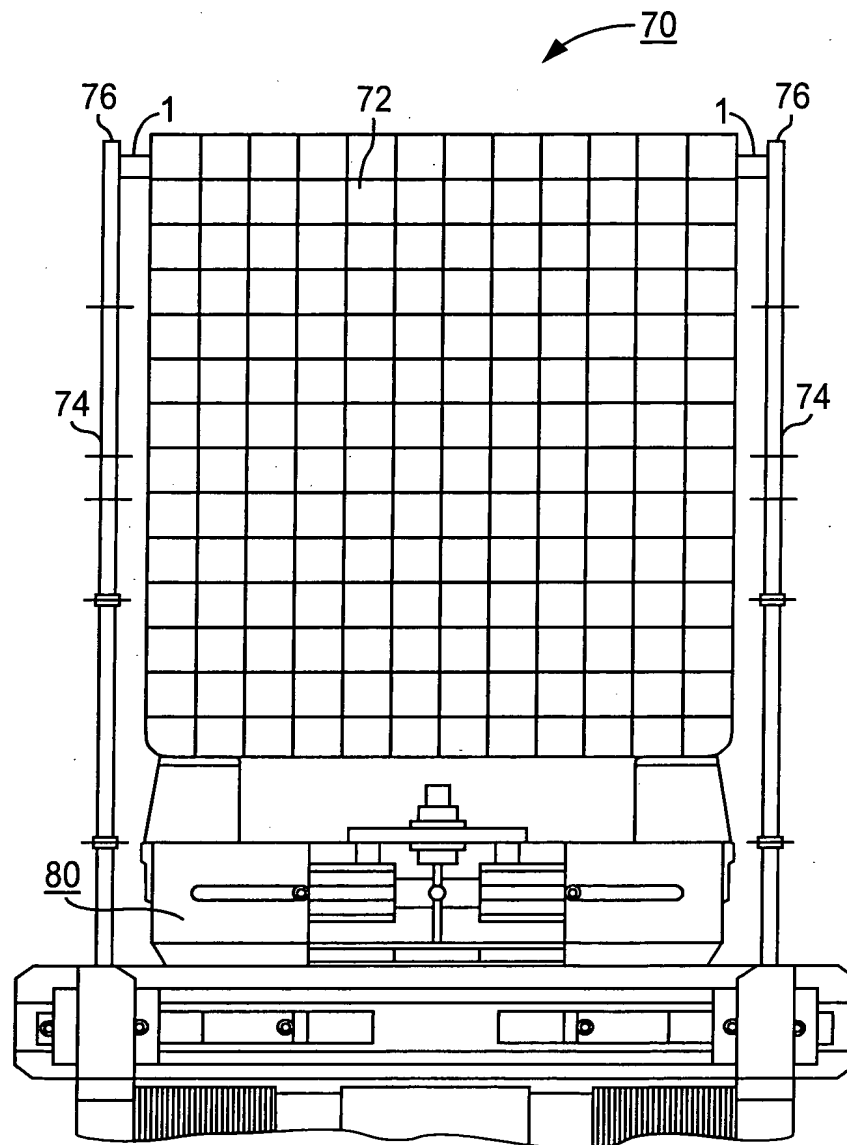


Fig. 4



Creation date: 02-19-2004  
Indexing Officer: KZEWDIE - KONJIT ZEWDIE  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 10689882

Legal Date: 02-02-2004

No.	Doccode	Number of pages
1	PEFR	3

Total number of pages: 3

Remarks:

Order of re-scan issued on .....